

日本特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application: 2002年 6月26日

出願番号

Application Number: 特願2002-186503

[ST.10/C]:

[JP2002-186503]

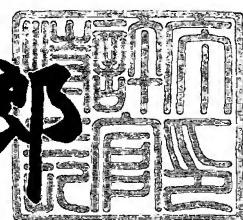
出願人

Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2003年 4月25日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3030329

【書類名】 特許願

【整理番号】 2015440010

【提出日】 平成14年 6月26日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01J 06/36

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 畑岡 真一郎

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 高橋 清

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 堀内 誠

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 甲斐 誠

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 一番ヶ瀬 剛

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 関 智行

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地  
松下電器産業株式会社内

【氏名】 金子 由利子

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077931

【弁理士】

【氏名又は名称】 前田 弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100094134

【弁理士】

【氏名又は名称】 小山 廣毅

【選任した代理人】

【識別番号】 100110939

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 宏

【選任した代理人】

【識別番号】 100110940

【弁理士】

【氏名又は名称】 嶋田 高久

【選任した代理人】

【識別番号】 100113262

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 祐二

【選任した代理人】

【識別番号】 100115059

【弁理士】

【氏名又は名称】 今江 克実

【選任した代理人】

【識別番号】 100115510

【弁理士】

【氏名又は名称】 手島 勝

【選任した代理人】

【識別番号】 100115691

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤田 篤史

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014409

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0006010

【ブルーフの要否】 要

【書類名】明細書

【発明の名称】高圧水銀ランプおよびランプユニット

【特許請求の範囲】

【請求項1】管内に少なくとも水銀が封入された発光管と、前記発光管の気密性を保持する封止部を一対備えた、高圧水銀ランプであつて、

前記封止部の少なくとも一方は、前記発光管から延在した第1のガラス部と、前記第1のガラス部の内側の少なくとも一部に設けられた第2のガラス部とを有しており、かつ、当該一方の封止部は、圧縮応力が印加されている部位を有しており、さらに、

前記発光管および前記一対の封止部のうちの少なくとも一部には、電熱線が設けられている、高圧水銀ランプ。

【請求項2】前記水銀の封入量は、前記発光管の容積を基準にして、 $230 \text{ mg/cm}^3$ 以上である、請求項1に記載の高圧放電ランプ。

【請求項3】前記水銀の封入量は、前記発光管の容積を基準にして、 $300 \text{ mg/cm}^3$ 以上であり、

前記発光管には、ハロゲンが封入されており、

前記高圧水銀ランプの管壁負荷は、 $80 \text{ W/cm}^2$ 以上であり、

前記電熱線は、前記発光管を加熱する手段である、請求項1に記載の高圧水銀ランプ。

【請求項4】前記電熱線は、前記封止部の少なくとも一方に巻き付けられている、請求項1から3の何れか一つに記載の高圧水銀ランプ。

【請求項5】前記一対の封止部のそれぞれの端部からは、外部リードが伸びており、

前記外部リードの少なくとも一方には、前記電熱線の一端が電気的に接続されている、請求項1から4の何れか一つに記載の高圧水銀ランプ。

【請求項6】前記電熱線の一部には、前記外部リード線と電気的な接続をオン・オフするスイッチが設けられており、

前記電熱線は、点灯前には前記外部リード線に電気的に接続されており、そして、点灯後には、前記外部リード線との電気的な接続が切断されて、前記電熱線

に通電する電源に電気的に接続される、請求項5に記載の高圧放電ランプ。

【請求項7】 前記発光管内には、一対の電極棒が互いに対向して配置されており、

前記一対の電極棒のうちの少なくとも一方の電極棒は、金属箔に接続されており、

前記金属箔は、前記封止部内に設けられており、かつ、当該金属箔の少なくとも一部は、前記第2のガラス部内に位置している、請求項1から6の何れか一つに記載の高圧水銀ランプ。

【請求項8】 前記少なくとも一方の封止部内に埋め込まれた部分における前記電極棒の少なくとも一部には、Pt、Ir、Rh、Ru、Reからなる群から選択される少なくとも1種の金属を少なくとも表面に有するコイルが巻かれている、請求項7に記載の高圧水銀ランプ。

【請求項9】 前記封止部内には、前記第2のガラス部と接する金属部であって、電力を供給するための金属部が設けられており、

前記圧縮応力は、前記封止部の少なくとも長手方向に印加されており、

前記第1のガラス部は、SiO<sub>2</sub>を99重量%以上含み、

前記第2のガラス部は、15重量%以下のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>および4重量%以下のBのうちの少なくとも一方と、SiO<sub>2</sub>とを含む、請求項1から6の何れか一つに記載の高圧水銀ランプ。

【請求項10】 管内に少なくとも水銀が封入され、一対の電極棒が対向して配置された発光管と、前記発光管から延在する封止部を一対備えた、高圧水銀ランプであって、

少なくとも一方の前記封止部内に埋め込まれた部分における前記電極棒の少なくとも一部には、Pt、Ir、Rh、Ru、Reからなる群から選択される少なくとも1種の金属を少なくとも表面に有するコイルが巻かれており、さらに、

前記発光管および前記一対の封止部のうちの少なくとも一部には、電熱線が設けられている、高圧水銀ランプ。

【請求項11】 管内に少なくとも水銀が封入された発光管と、前記発光管の気密性を保持する封止部を一対備えた、高圧水銀ランプであって、

前記水銀の封入量は、前記発光管の容積を基準にして、 $230\text{ mg}/\text{cm}^3$ 以上であり、

前記発光管および前記一対の封止部のうちの少なくとも一部には、前記発光管を加熱する加熱手段が設けられている、高圧水銀ランプ。

【請求項12】 前記加熱手段は、電熱線であり、

前記水銀の封入量は、前記発光管の容積を基準にして、 $300\text{ mg}/\text{cm}^3$ 以上であり、

前記発光管には、ハロゲンが封入されており、

前記高圧水銀ランプの管壁負荷は、 $80\text{ W}/\text{cm}^2$ 以上である、請求項11に記載の高圧放電ランプ。

【請求項13】 さらに、前記発光管の温度を測定する手段を備えた、請求項1から12の何れか一つに記載の高圧放電ランプ。

【請求項14】 前記温度を測定する手段は、熱電対である、請求項13に記載の高圧放電ランプ。

【請求項15】 前記加熱手段は、点灯と同時または点灯後に前記発光管を加熱する構成を有している、請求項11に記載の高圧放電ランプ。

【請求項16】 高圧水銀ランプと、前記高圧水銀ランプから発する光を反射する反射鏡とを備えたランプユニットであって、

前記高圧水銀ランプは、

管内に少なくとも水銀が封入された発光管と、前記発光管の気密性を保持する封止部を一対有しており、

前記封止部の少なくとも一方は、前記発光管から延在した第1のガラス部と、前記第1のガラス部の内側の少なくとも一部に設けられた第2のガラス部とを有しており、かつ、当該一方の封止部は、圧縮応力が印加されている部位を有しております、

前記発光管および前記一対の封止部のうちの少なくとも一部には、電熱線が設けられている、ランプユニット。

【請求項17】 高圧水銀ランプと、前記高圧水銀ランプから発する光を反射する反射鏡とを備えたランプユニットであって、

前記高压水銀ランプは、

管内に少なくとも水銀が封入された発光管と、前記発光管の気密性を保持する封止部を一対有しており、

前記封止部の少なくとも一方は、前記発光管から延在した第1のガラス部と、前記第1のガラス部の内側の少なくとも一部に設けられた第2のガラス部とを有しており、かつ、当該一方の封止部は、圧縮応力が印加されている部位を有しております。

前記反射鏡の少なくとも一部には、電熱線が設けられている、ランプユニット

【請求項18】 前記水銀の封入量は、前記発光管の容積を基準にして、 $230\text{mg}/\text{cm}^3$ 以上である、請求項16または17に記載のランプユニット。

【請求項19】 高压水銀ランプと、前記高压水銀ランプから発する光を反射する反射鏡とを備えたランプユニットであって、

前記高压水銀ランプは、

管内に少なくとも水銀が封入された発光管と、前記発光管の気密性を保持する封止部を一対有しており、

前記水銀の封入量は、前記発光管の容積を基準にして、 $230\text{mg}/\text{cm}^3$ 以上であり、

前記発光管および前記一対の封止部のうちの少なくとも一部には、前記発光管を加熱する加熱手段が設けられている、ランプユニット。

【請求項20】 前記水銀の封入量は、前記発光管の容積を基準にして、 $300\text{mg}/\text{cm}^3$ 以上であり、

前記発光管には、ハロゲンが封入されており、

前記高压水銀ランプの管壁負荷は、 $80\text{W}/\text{cm}^2$ 以上である、請求項16から18の何れかに記載のランプユニット。

【請求項21】 さらに、前記発光管の温度を測定する手段を備えた、請求項16から20の何れか一つに記載のランプユニット。

【請求項22】 前記加熱手段は、電熱線であり、

前記電熱線は、トリガー線として機能する、請求項19に記載のランプユニット

ト。

### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、高圧水銀ランプおよびランプユニットに関する。特に、プロジェクタなどの光源として使用される高圧水銀ランプのうち、水銀の封入量が比較的多いものに関する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

近年、大画面映像を実現するシステムとして、液晶プロジェクタやDMDプロジェクタなどの画像投射装置が広く使用されている。このような画像投射装置には、特開平2-148561号公報に開示されているような高圧水銀ランプが一般的に広く用いられている。

#### 【0003】

図1は、特開平2-148561号公報に開示された高圧水銀ランプの構造を示している。図1に示したランプ1000は、石英を主成分とする発光管1と、その両側に延在する一対の側管部（封止部）2から構成されている。側管部2には、金属製の電極構造体が埋設されており、外部から発光管内に電力を供給できるようになっている。電極構造体は、タンゲステン(W)製の電極3、モリブデン(Mo)箔4、外部リード線5を順に電気的に接続した構成をとる。なお、電極3の先端には、コイル12が巻き付けられている。発光管1内には、発光種である水銀(Hg)、アルゴン(Argon)および少量のハロゲンガス（図示しない）が封入されている。

#### 【0004】

ランプ1000の動作原理を簡単に説明する。一対の外部リード線5の両端に始動電圧を印可すると、Arの放電が起り、発光管1内の温度が上昇する。この温度上昇によって、Hg原子は蒸発して、発光管1内に気体として充満する。このHgは両電極3の間で、一方の電極3から放出される電子によって励起されて発光する。したがって、発光種であるHgの蒸気圧が大きいほど高輝度の光が放

出されるということになる。また、Hgの蒸気が大きいほど両電極間の電位差（電圧）は大きくなるため、同じ定格電力で点灯する場合、電流を小さくすることできる。これは電極3への負担を小さくできるということであり、ランプの長寿命化につながる。このため、Hg蒸気圧を大きくするほど、輝度、寿命の特性が優れたランプにすることができる。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、物理的耐圧強度の観点から、従来の高圧水銀ランプは実用的には15～20MPa（150～200気圧）程度のHg蒸気圧で使用されている。特開平2-148561号公報には、Hg蒸気圧が200バールから350バール（約20MPa～約35MPaに相当）の超高圧水銀ランプが開示されているが、信頼性や寿命等を考慮した現実的な使用においては、15～20MPa（150～200気圧）程度のHg蒸気圧で使用される。

#### 【0006】

今日、耐圧強度を高める研究・開発が行われているものの、実用的な使用に耐えられるような、Hg蒸気圧が20MPaを超えた高耐圧の高圧水銀ランプはまだ報告されていないのが現状である。そのような中、本願発明者は、約30～40MPaまたはそれ以上（約300～400気圧またはそれ以上）の高耐圧の高圧水銀ランプを完成させることに成功し、特願2001-267487号、および、特願2001-371365号に開示した。

#### 【0007】

この極めて高い耐圧を有する高圧水銀ランプは、従来技術では到達できていなかった水銀蒸気圧で動作させるものであるがゆえ、その特性および挙動がどうになるか予測がつかない。本願発明者が当該高圧水銀ランプの点灯試験を行ったところ、動作圧が従来の20MPaを超えると、特におおむね30MPa以上になるとランプが黒化することがわかった。

#### 【0008】

本発明はかかる諸点に鑑みてなされたものであり、その主な目的は、動作圧が20MPaを超える（例えば23MPa以上、特に25MPa又は30MPa以

上) 動作圧であっても黒化を抑制できる高圧水銀ランプを提供することにある。

## 【0009】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の高圧水銀ランプは、管内に少なくとも水銀が封入された発光管と、前記発光管の気密性を保持する封止部を一对備え、前記封止部の少なくとも一方は、前記発光管から延在した第1のガラス部と、前記第1のガラス部の内側の少なくとも一部に設けられた第2のガラス部とを有しており、かつ、当該一方の封止部は、圧縮応力が印加されている部位を有しており、さらに、前記発光管および前記一对の封止部のうちの少なくとも一部には、電熱線が設けられている。

## 【0010】

前記水銀の封入量は、前記発光管の容積を基準にして、 $230\text{mg}/\text{cm}^3$ 以上であることが好ましい。

## 【0011】

ある好適な実施形態において、前記水銀の封入量は、前記発光管の容積を基準にして、 $300\text{mg}/\text{cm}^3$ 以上であり、前記発光管には、ハロゲンが封入されており、前記高圧水銀ランプの管壁負荷は、 $80\text{W}/\text{cm}^2$ 以上であり、前記電熱線は、前記発光管を加熱する手段である。

## 【0012】

前記電熱線は、前記封止部の少なくとも一方に巻き付けられていればよい。

## 【0013】

ある好適な実施形態において、前記一对の封止部のそれぞれの端部からは、外部リードが延びており、前記外部リードの少なくとも一方には、前記電熱線の一端が電気的に接続されている。

## 【0014】

ある好適な実施形態において、前記一对の封止部のそれぞれの端部からは、外部リードが延びており、前記外部リードの少なくとも一方には、前記電熱線の一端が電気的に接続されている。

## 【0015】

前記電熱線の一部には、前記外部リード線と電気的な接続をオン・オフするス

イッチが設けられており、前記電熱線は、点灯前には前記外部リード線に電気的に接続されており、そして、点灯後には、前記外部リード線との電気的な接続が切断されて、前記電熱線に通電する電源に電気的に接続される。

## 【0016】

ある好適な実施形態において、前記電熱線は、前記電熱線の一部には、前記外部リード線と電気的な接続を切断するスイッチが設けられている。

## 【0017】

ある好適な実施形態において、前記発光管内には、一対の電極棒が互いに対向して配置されており、前記一対の電極棒のうちの少なくとも一方の電極棒は、金属箔に接続されており、前記金属箔は、前記封止部内に設けられており、かつ、当該金属箔の少なくとも一部は、前記第2のガラス部内に位置している。

## 【0018】

ある好適な実施形態において、前記少なくとも一方の封止部内に埋め込まれた部分における前記電極棒の少なくとも一部には、Pt、Ir、Rh、Ru、Reからなる群から選択される少なくとも1種の金属を少なくとも表面に有するコイルが巻かれている。

## 【0019】

ある好適な実施形態において、前記封止部内には、前記第2のガラス部と接する金属部であって、電力を供給するための金属部が設けられており、前記圧縮応力は、前記封止部の少なくとも長手方向に印加されており、前記第1のガラス部は、 $\text{SiO}_2$ を99重量%以上含み、前記第2のガラス部は、15重量%以下の $\text{Al}_2\text{O}_3$ および4重量%以下のBのうちの少なくとも一方と、 $\text{SiO}_2$ とを含む。

## 【0020】

本発明の他の高圧放電ランプは、管内に少なくとも水銀が封入され、一対の電極棒が対向して配置された発光管と、前記発光管から延在する封止部を一対備え、少なくとも一方の前記封止部内に埋め込まれた部分における前記電極棒の少なくとも一部には、Pt、Ir、Rh、Ru、Reからなる群から選択される少なくとも1種の金属を少なくとも表面に有するコイルが巻かれており、さらに、前

記発光管および前記一对の封止部のうちの少なくとも一部には、電熱線が設けられている。

## 【0021】

本発明の更に他の高圧水銀ランプは、管内に少なくとも水銀が封入された発光管と、前記発光管の気密性を保持する封止部を一对備え、前記水銀の封入量は、前記発光管の容積を基準にして、 $230\text{mg}/\text{cm}^3$ 以上であり、前記発光管および前記一对の封止部のうちの少なくとも一部には、前記発光管を加熱する加熱手段が設けられている。

## 【0022】

ある好適な実施形態において、前記加熱手段は、電熱線であり、前記水銀の封入量は、前記発光管の容積を基準にして、 $300\text{mg}/\text{cm}^3$ 以上であり、前記発光管には、ハロゲンが封入されており、前記高圧水銀ランプの管壁負荷は、 $80\text{W}/\text{cm}^2$ 以上である。

## 【0023】

前記発光管の温度を測定する手段をさらに備えていてもよい。

## 【0024】

ある好適な実施形態において、前記温度を測定する手段は、熱電対である。

## 【0025】

ある実施形態における高圧水銀ランプは、管内に一对の電極が対向して配置された発光管と、前記発光管から延在し、前記電極の一部を内部に有する封止部とを備え、前記封止部内に位置する部分の前記電極の少なくとも一部の表面には、Pt、Ir、Rh、Ru、Reからなる群から選択される少なくとも1種の金属から構成された金属膜が形成されている。

## 【0026】

ある実施形態において、前記電極は、前記封止部内に設けられた金属箔に溶接により接続されており、前記金属膜は、前記金属箔との接続箇所には形成されておらず、前記封止部内に埋め込まれている前記電極の表面に形成されている。前記金属膜を構成している前記金属の一部が、前記発光管内に存在してもよい。前記金属膜は、下層がAu層、上層がPt層からなる多層構造を有していることが

好ましい。

## 【0027】

ある実施形態における高圧水銀ランプは、管内に一対の電極が対向して配置された発光管と、前記発光管から延在し、前記電極の一部を内部に有する封止部とを備え、Pt、Ir、Rh、Ru、Reからなる群から選択される少なくとも1種の金属を表面に有するコイルが、前記封止部内に位置する部分の前記電極に巻き付けられている。ある実施形態において、前記封止部内には、前記金属箔および前記電極の一部が埋め込まれており、Pt、Ir、Rh、Ru、Reからなる群から選択される少なくとも1種の金属を表面に有するコイルが、前記封止部内に埋め込まれている前記電極に巻き付けられている。前記コイルは、その表面に、下層がAu層、上層がPt層からなる多層構造の金属膜を有していることが好ましい。

## 【0028】

ある実施形態における高圧水銀ランプは、管内に発光物質が封入される発光管と、前記発光管の気密性を保持する封止部とを備え、前記封止部は、前記発光管から延在した第1のガラス部と、前記第1のガラス部の内側の少なくとも一部に設けられた第2のガラス部とを有しており、かつ、前記封止部は、圧縮応力が印加されている部位を有しており、前記圧縮応力が印加されている部位は、前記第2のガラス部、前記第2のガラス部と前記第1ガラス部との境界部、前記第2ガラス部のうちの前記第1のガラス部側の部分、および、前記第1ガラス部のうちの前記第2のガラス部側の部分からなる群から選択される。ある実施形態において、前記第1のガラス部と前記第2のガラス部との境界周辺には、両者の圧縮応力の差によって生じた、歪み境界領域が存在している。前記封止部内には、前記第2のガラス部と接する金属部であって、電力を供給するための金属部が設けられていることが好ましい。前記圧縮応力は、前記封止部の少なくとも長手方向に印加されればよい。

## 【0029】

ある実施形態において、前記第1のガラス部は、SiO<sub>2</sub>を99重量%以上含み、前記第2のガラス部は、15重量%以下のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>および4重量%以下のB

のうちの少なくとも一方と、 $\text{SiO}_2$ とを含み、前記第2のガラス部の軟化点は、第1のガラス部の軟化点温度よりも低い。前記第2のガラス部は、ガラス管から形成されたガラス部であることが好ましい。また、前記第2のガラス部は、ガラス粉末を圧縮形成して焼結してなるガラス部ではないことが好ましい。ある実施形態において、前記圧縮応力が印加されている部位における前記圧縮応力は、約 $10 \text{ kgf/cm}^2$ 以上約 $50 \text{ kgf/cm}^2$ 以下である。あるいは、前記圧縮応力の差は、約 $10 \text{ kgf/cm}^2$ 以上約 $50 \text{ kgf/cm}^2$ 以下である。

#### 【0030】

ある実施形態において、前記発光管内には、一対の電極棒が互いに対向して配置されており、前記一対の電極棒のうちの少なくとも一方の電極棒は、金属箔に接続されており、前記金属箔は、前記封止部内に設けられており、かつ、当該金属箔の少なくとも一部は、前記第2のガラス部内に位置しており、前記発光物質として、少なくとも水銀が前記発光管内に封入されており、前記水銀の封入量は、 $300 \text{ mg/cc}$ 以上であり、前記高圧水銀ランプの平均演色評価数Raは、65を超える。前記高圧水銀ランプの色温度は、 $8000\text{K}$ 以上であることが好ましい。

#### 【0031】

本発明のランプユニットは、高圧水銀ランプと、前記高圧水銀ランプから発する光を反射する反射鏡とを備え、前記高圧水銀ランプは、管内に少なくとも水銀が封入された発光管と、前記発光管の気密性を保持する封止部を一対有しており、前記封止部の少なくとも一方は、前記発光管から延在した第1のガラス部と、前記第1のガラス部の内側の少なくとも一部に設けられた第2のガラス部とを有しており、かつ、当該一方の封止部は、圧縮応力が印加されている部位を有しており、前記発光管および前記一対の封止部のうちの少なくとも一部には、電熱線が設けられている。

#### 【0032】

本発明の他のランプユニットは、高圧水銀ランプと、前記高圧水銀ランプから発する光を反射する反射鏡とを備え、前記高圧水銀ランプは、管内に少なくとも水銀が封入された発光管と、前記発光管の気密性を保持する封止部を一対有して

おり、前記封止部の少なくとも一方は、前記発光管から延在した第1のガラス部と、前記第1のガラス部の内側の少なくとも一部に設けられた第2のガラス部とを有しており、かつ、当該一方の封止部は、圧縮応力が印加されている部位を有しており、前記反射鏡の少なくとも一部には、電熱線が設けられている。

## 【0033】

前記水銀の封入量は、前記発光管の容積を基準にして、 $230\text{mg}/\text{cm}^3$ 以上であることが好ましい。

## 【0034】

本発明の更に他のランプユニットは、高圧水銀ランプと、前記高圧水銀ランプから発する光を反射する反射鏡とを備え、前記高圧水銀ランプは、管内に少なくとも水銀が封入された発光管と、前記発光管の気密性を保持する封止部を一对有しており、前記水銀の封入量は、前記発光管の容積を基準にして、 $230\text{mg}/\text{cm}^3$ 以上であり、前記発光管および前記一对の封止部のうちの少なくとも一部には、前記発光管を加熱する加熱手段が設けられている。

## 【0035】

ある好適な実施形態において、前記水銀の封入量は、前記発光管の容積を基準にして、 $300\text{mg}/\text{cm}^3$ 以上であり、前記発光管には、ハロゲンが封入されており、前記高圧水銀ランプの管壁負荷は、 $80\text{W}/\text{cm}^2$ 以上である。

## 【0036】

ある好適な実施形態においては、さらに、前記発光管の温度を測定する手段を備えている。

## 【0037】

ある好適な実施形態において、前記温度を測定する手段は、熱電対であり、前記熱電対は、前記高圧水銀ランプの一部、前記反射鏡の一部、および、前記反射鏡が組み込まれることになるランプシステムの一部からなる群から選択された少なくとも1つに設けられている。

## 【0038】

ある好適な実施形態において、前記加熱手段は、電熱線であり、前記電熱線は、トリガー線として機能する。

## 【0039】

## 【発明の実施の形態】

まず、本発明の実施の形態を説明する前に、点灯動作圧が約30～40MPaまたはそれ以上（約300～400気圧またはそれ以上）である極めて高耐圧を示す高圧水銀ランプについて説明する。なお、これらの高圧水銀ランプの詳細は、特願2001-267487号、および、特願2001-371365号に開示されている。ここでは、これらの特許出願を本願明細書に参考のため援用することとする。

## 【0040】

動作圧が約30MPa以上であるにもかかわらず、実用的に耐えることができる高圧水銀ランプの開発は困難を極めたが、例えば、図2に示すような構成にすることによって、極めて高耐圧のランプを完成することに成功した。なお、図2(b)は、図2(a)中のb-b線に沿った断面図である。

## 【0041】

図2に示した高圧水銀ランプ1100は、特願2001-371365号に開示したものであり、発光管1と、発光管1の気密性を保持する封止部2を一対備えており、封止部2の少なくとも一方は、発光管1から延在した第1のガラス部8と、第1のガラス部8の内側の少なくとも一部に設けられた第2のガラス部7とを有しており、かつ、当該一方の封止部8は、圧縮応力が印加されている部位(20)を有している。

## 【0042】

封止部2における第1のガラス部8は、SiO<sub>2</sub>を99重量%以上含むものであり、例えば、石英ガラスから構成されている。一方、第2のガラス部7は、15重量%以下のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>および4重量%以下のBのうちの少なくとも一方と、SiO<sub>2</sub>とを含むものであり、例えば、バイコールガラスから構成されている。SiO<sub>2</sub>にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>やBを添加すると、ガラスの軟化点は下げるため、第2のガラス部7の軟化点は、第1のガラス部8の軟化点温度よりも低い。なお、バイコールガラス(Vycor glass;商品名)とは、石英ガラスに添加物を混入させて軟化点を下げて、石英ガラスよりも加工性を向上させたガラスであり、その組成は、

例えば、シリカ ( $\text{SiO}_2$ ) 96.5重量%、アルミナ ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 0.5重量%、ホウ素 (B) 3重量%である。本実施形態では、バイコールガラス製のガラス管から、第2のガラス部7は形成されている。なお、バイコール製のガラス管の代わりに、 $\text{SiO}_2$ : 62重量%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 13.8重量%、 $\text{CuO}$ : 23.7重量%を成分とするガラス管を用いても良い。

## 【0043】

封止部2の一部に印加されている圧縮応力は、実質的にゼロ（すなわち、0 kgf/cm<sup>2</sup>）を超えたものであればよい。この圧縮応力の存在により、従来の構造よりも耐圧強度を向上させることができる。この圧縮応力は、約10kgf/cm<sup>2</sup>以上（約 $9.8 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ 以上）であることが好ましく、そして、約50kgf/cm<sup>2</sup>以下（約 $4.9 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ 以下）であることが好ましい。10kgf/cm<sup>2</sup>未満であると、圧縮歪みが弱く、ランプの耐圧強度を十分に上げられない場合が生じ得るからである。そして、50kgf/cm<sup>2</sup>を超えるような構成にするには、それを実現させるのに、実用的なガラス材料が存在しないからである。ただし、10kgf/cm<sup>2</sup>未満であっても、実質的に0の値を超えるれば、従来の構造よりも耐圧を上げることができ、また、50kgf/cm<sup>2</sup>を超えるような構成を実現できる実用的な材料が開発されたならば、50kgf/cm<sup>2</sup>を超える圧縮応力を第2のガラス部7が有していてもよい。

## 【0044】

放電空間内に一端が位置する電極棒3は、封止部2内に設けられた金属箔4に溶接により接続されており、金属箔4の少なくとも一部は、第2のガラス部7内に位置している。図2に示した構成では、電極棒3と金属箔4との接続部を含む箇所を、第2のガラス部7が覆うような構成にしている。図2に示した構成における第2のガラス部7の寸法を例示すると、封止部2の長手方向の長さで、約2～20mm（例えば、3mm、5mm、7mm）であり、第1のガラス部8と金属箔4との間に挟まっている第2のガラス部7の厚さは、約0.01～2mm（例えば、0.1mm）である。第2のガラス部7の発光管1側の端面から、発光管1の放電空間までの距離Hは、例えば、0mm～約3mmであり、そして、金属箔4の発光管1側の端面から、発光管1の放電空間までの距離B（言い換える

と、電極棒3だけで封止部3内に埋まっている長さ)は、例えば、約3mmである。

#### 【0045】

図2に示したランプ1100は、図3に示すように、改変することも可能である。図3に示した高圧水銀ランプ1200は、封止部2内に位置する部分の電極3に、Pt、Ir、Rh、Ru、Reからなる群から選択される少なくとも1種の金属を表面に有するコイル40が巻き付けられた構造を有している。ここで、コイル40は、典型的には、その表面に、下層がAu層、上層がPt層からなる多層構造の金属膜を有している。なお、大量生産する場合に若干製造プロセス上のデメリットがあるが、図4に示した高圧水銀ランプ1300のように、封止部2内に位置する部分の電極3の少なくとも一部の表面に、Pt、Ir、Rh、Ru、Reからなる群から選択される少なくとも1種の金属から構成された金属膜30を、コイル40に代えて形成してもよい。図2から図4に示した構成と比較すると、耐圧が低下するものの、図5(a)および(b)に示すように、第2のガラス部7を用いずに、コイル40や金属膜30を用いた構成を有する高圧水銀ランプ1400、1500でも、実用的に使用可能なレベルで、30MPa以上動作圧を実現することができる。

#### 【0046】

図2に示したような、点灯中のHg蒸気圧が30MPa(300気圧)を越えるランプを試作し、本願発明者が点灯試験を行ったところ、動作圧がおおむね30MPa以上になるとランプが黒化することがわかった。黒化は、点灯中にW電極3の温度が上昇し、W電極から蒸発したW(タングステン)が発光管の内壁に付着して起こる現象であり、このまま点灯を続けると破裂にいたる。

#### 【0047】

ここで、従来の15~20MPa(150~200気圧)程度での点灯であれば、発光管内に封入したハロゲンガスが、発光管内壁に付着したタングステンと反応して、ハロゲン化タングステンとなる。ハロゲン化タングステンは発光管内を浮遊して、温度の高いW電極の先端7に達すると、もとのハロゲンとタングステンに解離するため、タングステンは電極の先端7に戻ることになる。これをハ

ロゲンサイクルというが、従来ランプのHg蒸気圧では、このサイクルのためにランプは黒化することなく、点灯することが可能であった。しかしながら、30 MPa(300気圧)以上にすると、このサイクルがうまく機能しないことが本願発明者の実験によりわかった。なお、30 MPa以上の場合に黒化が顕著になるとしても、現実の使用としての信頼度を高めるためには、30 MPa以上に限らず、20 MPaを超えるレベル(例えば、23 MPa以上のレベル、または25 MPa以上のレベル)で、黒化の問題に対策を講じる必要がでてくる。

#### 【0048】

本願発明者は、発光管1の温度を制御することにより、その黒化の問題を解決できることを突き止め、本発明を完成させるに至った。以下、図面を参照しながら、本発明による実施の形態を説明する。なお、本発明は以下の実施形態に限定されない。

##### (実施の形態1)

以下、図面を参照しながら、本発明の実施の形態を説明する。図6(a)は、水銀6の封入量が $230\text{ mg/cm}^3$ 以上である高压水銀ランプ100を示している。高压水銀ランプ100は、典型的には、図2から図5(a)および(b)に示した高压水銀ランプ1100～1500である。

#### 【0049】

図2等に示した構造と同様に、図6(a)に示した高压水銀ランプ100は、管内に少なくとも水銀6が封入された発光管1と、発光管1の気密性を保持する封止部2を一対備えている。水銀6の封入量は、発光管の容積を基準にして、 $230\text{ mg/cm}^3$ 以上(例えば、 $250\text{ mg/cm}^3$ 以上、または $300\text{ mg/cm}^3$ 以上。場合によっては、 $350\text{ mg/cm}^3$ を超えるものや、 $350\sim400\text{ mg/cm}^3$ またはそれ以上である。)である。

発光管1内には、一対の電極(または電極棒)3が互いに対向して配置されており、電極3は、金属箔4に溶接にて接続されている。金属箔は、典型的にはモリブデン箔であり、封止部2内に設けられている。高压水銀ランプ100が図2に示したランプ1100の場合には、金属箔4の少なくとも一部は、第2のガラス部7内に位置することになる。

## 【0050】

図6 (b) は、本実施形態の高圧水銀ランプ200の構成を示している。図6 (b) に示すように、高圧水銀ランプ200は、図6 (a) に示したランプ100に、発光管1を加熱する加熱手段10をが設けられている。ここで、加熱手段10は電熱線であり、発光管1および一対の封止部2のうちの少なくとも一部に巻き付けられている。本実施形態では、封止部2に電熱線10を巻き付けている。より具体的には、電熱線10は、一方の封止部2から巻き、そして、発光管1を跨ぐようにして、もう一方の封止部2に巻き付けてある。巻数は、それぞれ30回転程度である。本実施形態では、電熱線10として、酸化しにくいカンタル線を用いている。

## 【0051】

ランプ100および200の構成をより詳細に説明する。ランプ100（または200）は、石英を主成分とする発光管1と、その両側に延在する一対の封止部（側管部）2から構成されており、封止部2を2つ備えたダブルエンド型のランプである。発光管1は略球形をしており、外径が例えば5mm～20mm程度であり、ガラス厚は例えば1mm～5mm程度である。また、発光管1内の放電空間の容積は例えば0.01cc～1cc ( $0.01\text{cm}^3 \sim 1\text{cm}^3$ ) 程度である。本実施形態では、外径10mm程度、ガラス厚3mm程度、放電空間の容積0.06cc程度の発光管1を用いている。

## 【0052】

発光管1内には、一対の電極棒3が互いに対向して設置されている。電極棒3の先端は、0.2～5mm程度の間隔（アーク長）で、発光管内に設置されている。本実施形態では、アーク長を0.5～1.8mmとした。なお、本実施形態のランプは、交流点灯させるものである。そして、封止部2は、シュリンク手法によって作製されたシュリンク構造を有するものである。また、発光管1内には、発光種である水銀6が300mg/cc以上封入されている。本実施形態では、400mg/cc封入している。また、5～40kPaの希ガス（例えばAr）と、必要に応じて、少量のハロゲンが封入されている。本実施形態では、20kPaのArを封入し、ハロゲンをCH<sub>2</sub>Br<sub>2</sub>の形態で発光管内に導入している

。CH<sub>2</sub>Br<sub>2</sub>の封入量は、0.0017~0.17mg/cc程度であり、これは、ランプ動作時のハロゲン原子密度に換算すると、0.01~1μmol/cc程度に相当する。なお、本実施形態では、約0.1μmol/cc程度であった。また、点灯中に発光管内壁にかかる管壁負荷は、例えば60W/cm<sup>2</sup>以上である。本実施形態では、120Wで点灯し、その管壁負荷は150W/cm<sup>2</sup>程度であった。

## 【0053】

次に、ランプ200の動作および黒化抑制効果について説明する。

## 【0054】

まず、図7に示すように、ランプ200を点灯回路（バラスト）32に電気的に接続するとともに、電熱線10を電源ユニット22に電気的に接続する。より詳細に述べると、電熱線10の両端11を電源ユニット22に接続し、そして、外部リード線5の両端を点灯回路（バラスト）32に接続する。

## 【0055】

次に、点灯回路32のスイッチを入れて、ランプを点灯する。その数秒後に、電源ユニット22を動作させて、ランプを加熱する。電源ユニット22を動作させるのは、点灯回路32を動作させるのと同時でも良いし、数分以内の時間であっても良い。また、電熱線10を熱するのに要する電力は、10~50W程度が適当である。本実施形態では、10Wの電力を供給した。

## 【0056】

電熱線10の無いランプ100と、本実施形態のランプ200を各10本、数時間点灯した。なお、水銀封入量は全20本とも350mg/ccとし、電熱線10の無いランプ100は、図2に示したランプ1100であり、ランプ200は、そのランプ1100に電熱線10を巻いた構成のものである。

## 【0057】

ここで、ランプ100は、点灯回路32だけを外部リード線5の両端に接続して点灯させた。一方、ランプ200は点灯回路32を両端に接続し、ランプを点灯させた後に、電熱線10の両端11に接続した電源ユニット22によって、電熱線10に通電し発光管の温度を上昇させた。その結果、ランプ100は、数時

間点灯後、全数黒化した。一方、ランプ200は全く黒化することなく点灯しつづけた。これは、ランプの温度（特に、発光管内の温度）を変化させたことにより、ハロゲンサイクルをうまく機能させることができたものと思われる。この点の詳細については後述する。

## 【0058】

さらに、本願発明者は、ランプ100および200の構成のランプで、水銀6の封入量を、250、300、350mg/ccにしたもの各3本づつ用意した。これらのランプを上記実験と同じように数時間点灯した。

## 【0059】

ランプ100については、300mg/cc以上のランプはすべて黒化し破裂した。ただし、250mg/ccの水銀封入量であるランプでは、黒化は確認されなかった。一方、ランプ200の構成にすると、どのランプも黒化することなく点灯することが可能となった。

## 【0060】

30MPa以上の点灯動作圧で、ランプが黒化してしまうことは、本願発明者が初めて見出したことである。これは、実用的なレベルで使用可能な、点灯動作圧が30MPa以上のランプが従来存在しなかったことに専ら起因している。

## 【0061】

点灯動作圧が30MPa以上のランプが黒化してしまう明確な理由は現時点では明らかでない。その明確な理由が分からなかったため、実際、本願発明者は黒化を防止するために様々な対策および工夫を試してみた。例えば、点灯動作圧が30MPa以上のランプは、15MPa～20MPaのランプと比較すると、ランプ（特に、発光管）の温度が一層高くなることが確認されたので、この発光管の温度の上昇が黒化の原因ではないかと思い、ランプ点灯時に発光管を冷却させて発光管の温度を下げるようにしてみたものの、それによっては、黒化を防止することはできなかった。他にも色々試みてみたが、うまく黒化を防止することはできなかった。実験の中で、発光管を逆に加熱してみたらどうかというアイデアに基づいて、発光管の温度を上昇させてみたら、なんと黒化を防止することに成功した。この成功例から推論すると、次のような理由により黒化が防止されてい

るのではないかと思われる。

#### 【0062】

点灯動作圧が30 MPa以上のランプでは、通常よりも発光種であるHgが多く封入されている。そのため、電極から放出される電子とHg原子との衝突回数は、点灯動作圧が20 MPaのランプと比較して大きくなり、Hgの励起頻度も多くなる。また、電子移動度は減少するため、20 MPaのランプよりもアークは細くなる。その結果、アークの単位体積当たりのエネルギーは大きくなって、より高輝度で温度の高いアークが形成される。したがって、電極の先端7の温度は高くなり、20 MPaのランプよりもタンゲステンの蒸発が多くなる。また、陰極に引き寄せられて、電極をスパッタリングするHgイオンも多く存在するため、この効果によってもタンゲステンの蒸発量が多くなっている。つまり、20 MPaのランプと比較して、アーク温度が高く、浮遊しているHgおよびタンゲステンが多くなっているため、20 MPaのランプより発光管内に起こる対流も大きくなり、より多くのタンゲステンが発光管内壁に運ばれることになる。

#### 【0063】

さらに、30 MPa以上の点灯動作圧のランプでは、20 MPaの点灯動作圧のランプに比べてアークから放出される放射熱が大きくなり、20 MPaのランプでは保たれていた発光管の熱バランスが崩されてしまう。以下、図8および図9を参照しながら、この熱バランスの崩れについて説明する。

#### 【0064】

図8は、点灯動作圧が20 MPaおよび40 MPaのランプの分光スペクトルを示している。図8に示されているように、点灯動作圧を大きくすると、赤外域の発光が増加する。したがって、アークからの放射熱は、点灯動作圧が大きい場合の方が大きくなる。これは、アークからの放射熱の影響を受けやすい領域（図9中の（a））と放射熱の影響を受けにくい領域（図9中の（b））との間で、より大きな放射熱による温度格差を広げることになる。その結果、20 MPaのランプでは保たれていた発光管内の温度バランスが、30 MPaのランプでは崩れてしまう。また、発光管内の対流が大きくなってしまい、熱が発光管下部から上部へ運ばれているため、上部および下部でも温度バランスも崩れる。

## 【0065】

以上のような状態が30MPaのランプで生じてその熱バランスが崩ずれてしまうので、30MPaのランプでは、発光管内壁に付着したタンクステンをハロゲンサイクルで電極へ戻すことができず、黒化が生じると推論される。

## 【0066】

本願発明者は、発光管1の温度を積極的にコントロールすることで、黒化を抑制できることを突き止め、ランプに加熱手段(10)を設けることにした。加熱手段(10)により発光管1の温度を積極的にコントロールすることによって、発光管内壁における $W + Br_2 \rightarrow WBBr_2$ という反応を温度上昇により促進させることができ、その結果、発光管内壁に付着していたWを電極に戻すことができたと思われる。

## 【0067】

なお、本実験では30MPa以上のランプで黒化が確認されたが、30MPa以下のランプであっても20MPaを超えるもの（すなわち、従来の15MPa～20MPaのランプを超える点灯動作圧を有するランプ。例えば、23MPa以上または25MPa以上のランプ）について、黒化が発生しないことを、より長い時間にわたって保証するには、加熱手段（電熱線）10を設けて、発光管1の温度を積極的にコントロールして黒化を抑制するようにすることが現実には望ましい。つまり、ランプを大量生産する場合には、ランプの特性にどうしてもばらつきが生じ得るため、点灯動作圧が23MPa程度のランプであっても、黒化が生じるランプが1本や数本発生しないとも限らず、それゆえ、確実に黒化発生防止を担保するためには、従来の15MPa～20MPaを超えるランプについて加熱手段（電熱線）10を設けておくことが好ましい。もちろん、点灯動作圧がより高くなるにつれ、言い換えると、30MPaよりも40MPaの方が黒化の影響は大きくなるので、加熱手段（電熱線）10による黒化抑制の技術的意義が大きくなることは言うまでもない。

## 【0068】

次に、放射温度計を用いて、ランプ100およびランプ200の温度を測定した結果を述べる。ランプ100の温度測定をした後、そのランプの封止部に電熱

線10を巻き付けて、ランプ200を作製し、図7に示すようにしてランプを点灯した。つまり、ランプ200とランプ100とは、電熱線10の有無だけが異なる、同一のランプである。

#### 【0069】

ランプ100とランプ200の温度測定は、点灯後30分後に行い、それぞれのランプについて、発光管部外表面上部（図7中の「A」）、下部（図7中の「B」）、および、側部（図7中の「C」）の3点を測定した。

#### 【0070】

図10に、その測定結果を示す。ランプ100の場合、上部Aが920°C、下部Bが780°C、側部Cが700°Cであったものが、ランプ200の場合には、上部Aが920°C、下部Bが820°C、側部Cが840°Cであった。電熱線10によってランプを加熱することにより、発光管上部が10°C、下部が40°C、側部が140°C上昇したことになる。このように、ランプを加熱する手段を有する構成にすることで、発光管の温度分布を変化させて、黒化が起こらない温度条件を意図的に作り出すことができた。

#### 【0071】

また、上記ランプの点灯後の電力および電流を測定した。その電力および電流の経時変化をそれぞれ、図11および図12に示す。

#### 【0072】

図11の縦軸は電力を示しており、1目盛りが10.0Wを表している。横軸は時間を示しており、1目盛り20秒を表している。図11からわかるように、点灯直後から電力が徐々に大きくなり、ある時間に点灯電力120Wに達して一定になる。その時間は、ランプ100が115秒、ランプ200が83秒であった。つまり、発光管を加熱することで、点灯電力に達する時間が約30秒以上も早くなっている。電力の大きさは光束にも反映され、光束が立ち上がる時間も同様に約30秒早くなっている。ランプ200の構成は、立ち上がりを早くすることにも効果がある。

#### 【0073】

また、図12の縦軸は電流を示しており、1目盛りが1Aを表している。横軸

は時間を示しており、1目盛り20秒を表している。点灯直後はHgの蒸発が少ないため、図12に示すように、電圧は非常に小さい。そのため、大きな電流が流れることになるが、電極への負担を減らすために、この初期に流れる電流値を点灯回路で制限している。これを制限電流と言う。

## 【0074】

点灯後、しばらく制限電流が流れ、十分にHgが蒸発すると電圧が大きくなつて、ある時間になると電流値も小さくなり始める。制限電流が流れる時間が短いほど、電極への負担は小さくなり、長寿命のランプを提供できる。電流値の測定を行ったところ、制限電流が流れる時間は、ランプ100では115秒、ランプ200では83秒であった。ランプ200の方が約30秒短くてすむことになる。これは、本実施形態のランプ200が、電極への負担も小さく、長寿命化にも効果的な構成であることを意味している。

## 【0075】

本実施形態の高圧水銀ランプによれば、発光管1を加熱する加熱手段（電熱線）10が設けられているので、封入水銀量を $230\text{mg}/\text{cm}^3$ 以上（例えば $300\text{mg}/\text{cm}^3$ 以上）しても、黒化を抑制することができる。

## 【0076】

なお、本実施形態の構成では、発光管1を跨いで両側の封止部2に電熱線10を巻いたが、図13に示すように、電熱線10は一対の封止部2のそれぞれに巻いてよい。あるいは、いずれか一方の封止部2だけに巻いてよい。いずれか一方の封止部2に電熱線10を巻いた場合、他方の封止部2に保温膜を設けて温度の調整を図ることも可能である。また、発光管1の一部にかかるようにして電熱線10を巻いてよい。

## 【0077】

さらに、本実施形態のランプは、電熱線として酸化しにくいカンタル線を用いたが、ニクロム線等の他の電熱線でも良い。また、加熱する手段としても、全て電熱線で説明したが、これに限るものではなく、ハロゲンヒーターや高周波誘導加熱装置等の他の加熱手段でも良い。また、加熱する個所は、典型的には、図6(b)に示すような、封止部2のうち電極3が埋め込まれている部分の外周を含

む位置（封止部2の発光管1側の位置）であるが、発光管1の温度をコントロールして黒化を抑制できる位置であれば、その位置に限定されない。例えば、図14に示すように、封止部2のうち外部リード線5が埋め込まれている部分の外周を含む位置（封止部2の外部リード線5側の位置）位置でも良い。あるいは、高圧水銀ランプ200がミラー（反射鏡）500と組み合わされて、ランプユニット（または、ミラー付きランプ）として構成されている場合には、図15のように、ミラーに、電熱線（加熱手段）10を巻き付けてもよい。また、加熱手段10は、ランプまたはランプユニットが組み込まれるランプシステムの一部に配置されていても構わない。つまり、発光管1の温度を意図的に変化させて黒化を防止することを達成可能であれば、当業者は、適宜、その加熱手段や、加熱個所を設定することができる。高圧水銀ランプ200の万が一の破裂に備えて、図15および図16に示すように、ランプユニットのミラー500は、その前面開口部に前面ガラス510を設けて、密閉型にすることが好ましいが、安全性の対策が取られているのであれば、非密閉型のミラーであってもよい。装置の小型化を図るために、電源ユニット22と点灯回路32とを一体型にすることも可能である。

#### （実施の形態2）

次に、本発明の実施形態2を説明する。本実施形態の構成は、上記実施形態1の構成に、温度管理機能をさらに追加したものである。

#### 【0078】

例えば、図17に示すように、ランプ200の「a」の部位に熱電対40を取り付ければ、温度を制御する機能を追加することができる。このように温度測定手段（40）を設ければ、より正確に温度をコントロールすることができる。

#### 【0079】

本実施形態では、温度を測定する測定系が電源ユニット22に組み込まれており、測定した温度が規定温度よりも低いときには、スイッチ50をONにして電熱線へ通電し、規定温度よりも高いときには、スイッチ50をOFFするよう制御することができる構成となっている。スイッチがOFFのときには、電熱線10は放熱線として機能するため、温度を下げる効果がある。したがって、温度調整は円滑に行われる。

## 【0080】

なお、温度測定は熱電対に限らず、赤外放射を測定するようにしても良い。測定箇所として、図17中の「a」の部位に限らず、ランプの封止部（例えば図17の「b」）や、ミラーの一部（例えば図16の「c」）でも良いし、またランプないしランプユニットが組み込まれるランプシステムの一部に配置されていても良い。つまり、温度を測定して、発光管の温度を一定に制御できる構成となつていれば、その温度測定手段および測定箇所は、適宜で好適なものを決定すればよい。

## （実施の形態3）

次に、本発明の実施形態3を説明する。本実施形態の構成は、上記実施形態1の構成に、始動補助機能付をさらに追加したものである。

## 【0081】

例えば、図18に示すように、ランプ20の電熱線10から延びた端部11を、点灯回路32に電気的に接続された導線61から枝分かれした導線60にも、スイッチ50を介して、接続できるようにすることにより、ランプの始動電圧を低くすることができる。

## 【0082】

次に、このランプの動作原理について説明する。まず、ランプの点灯前に、スイッチ50を端子51側に接続させておく。ランプを点灯した後、スイッチ50の接続を端子52側に切り替え、ランプの加熱を始める。このような順序で、ランプ200を点灯してやると、従来のランプで5～10kVであった始動電圧が、本実施形態のランプでは、約1kV以下になった。

## 【0083】

始動電圧が下げるができる理由を説明すると、次の通りである。ランプを点灯させるときに、点灯回路32から高圧パルスが印加される。この高圧パルスは、導線61を通じて電熱線10にも印加されることになる。つまり、電熱線10が始動補助線（トリガー線）の役割を果たして、ランプの始動電圧を下げるこができるのである。

## 【0084】

なお、上記実施形態1～3は、相互に適用可能である。言い換えると、例えば、上記実施形態2の構成と実施形態3の構成とを組み合わせることも可能であるし、上記実施形態1の改変例と、実施形態2および／または3の構成とを組み合わせることも可能である。また、高圧水銀ランプの黒化は、点灯動作圧が15MPa～20MPaの従来のランプを超える点灯動作圧を有するランプであれば回避しなければならない問題であるので、ランプ200は、図2～図5に示したランプ1100～1500に限らず、他の優れた高耐圧特性を有する、20MPaを超えるランプ（例えば、23MPa以上、特に30MPa以上のランプ）であればよい。

#### 【0085】

また、上記実施形態1から3における黒化は、ハロゲン密度と発光管温度との関係も影響するので、例えば封入するハロゲンとしてCH<sub>2</sub>Br<sub>2</sub>を選択した場合、発光管内容積あたり0.0017～0.17mg/cc程度封入することが好ましい。ハロゲン原子密度に換算して示すと、0.01～1μmol/cc程度にすることが好ましい。なぜならば、0.01μmol/cc未満であれば、大部分のハロゲンがランプ中の不純物と反応してしまう結果、ハロゲンサイクルを実質作用させないためである。また、1μmol/ccを超えると、始動時に必要なパルス電圧が高くなり実用的ではなくなるからである。ただし、高圧を印加できる点灯回路を用いる場合は、この制限は適用されない。0.1～0.2μmol/ccであれば、製造時の諸事情による封入量バラツキが多少発生した場合でも、ハロゲンサイクルがうまく機能する範囲に収めることができるので、さらに好ましい。

#### 【0086】

なお、上記実施形態1から3のランプにおいて、管壁負荷が80W/cm<sup>2</sup>以上となると、発光管の管壁温度が十分に上昇し、封入している水銀がすべて蒸発するため、発光管内容積あたりの水銀量：400mg/cc＝点灯時動作圧：40MPaとなる近似式が成り立つ。ここで、水銀量が300mg/ccであれば、点灯時動作圧は30MPaとなる。逆に、管壁負荷が80W/cm<sup>2</sup>未満になると、発光管温度が水銀を蒸発させる温度まで上昇させることができないことが

生じるため、近似式が成り立たないことが起こる。 $80\text{W}/\text{cm}^2$ 未満の場合には、所望の動作圧力が得られないことが多く、また、特に赤領域の発光が少なくなりプロジェクタ用の光源としては適さないことが多い。

## 【0087】

上述した実施形態の高圧水銀ランプないしランプユニット（反射鏡付きランプ）と、画像素子（DMD（Digital Micromirro Device）パネルや液晶パネルなど）を含む光学系とを組み合わせて、画像投影装置を構成することができる。例えば、DMDを用いたプロジェクタ（デジタルライトプロセッシング（DLP）プロジェクタ）や、液晶プロジェクタ（LCOS（Liquid Crystal on Silicon）構造を採用した反射型のプロジェクタも含む。）を提供することができる。さらに、本実施形態のランプは、画像投影装置用の光源として好適に使用することができるだけでなく、他の用途にも使用可能である。例えば、紫外線ステッパー用光源、または、競技スタジアム用光源や、自動車のヘッドライト用光源、道路標識を照らす投光器などとしても使用することが可能である。

## 【0088】

また、上述の実施形態では、発光物質として水銀を使用する水銀ランプを高圧放電ランプの一例として説明したが、本発明は、封止部（シール部）によって発光管の気密を保持する構成を有するメタルハライドランプにも適用することが可能である。メタルハライドランプとは、金属ハロゲン化物が封入された高圧放電ランプである。メタルハライドランプにおいても、耐圧を向上させた構造によることが信頼性の面を含めて好ましいこと、および、加熱手段（10）にて発光管（1）の温度を制御することによって、金属ハロゲン化物の蒸発量を変化させ、発光効率や分光スペクトルをコントロールすることができるからである。近年、水銀を封入しない無水銀メタルハライドランプの開発も進んでいるが、そのような無水銀メタルハライドランプについても、このことは同様に言える。

## 【0089】

無水銀メタルハライドランプとしては、図6（b）等に示した構成において、発光管1内に、水銀が実質的に封入されてなく、かつ、少なくとも、第1のハロゲン化物と、第2のハロゲン化物と、希ガスとが封入されているものが挙げられ

る。このとき、第1のハロゲン化物の金属は、発光物質であり、第2のハロゲン化物は、第1のハロゲン化物と比較して、蒸気圧が大きく、かつ、前記第1のハロゲン化物の金属と比較して、可視域において発光しにくい金属の1種または複数種のハロゲン化物である。例えば、第1のハロゲン化物は、ナトリウム、スカンジウム、および希土類金属からなる群から選択された1種または複数種のハロゲン化物である。そして、第2のハロゲン化物は、相対的に蒸気圧が大きく、かつ、第1のハロゲン化物の金属と比較して、可視域に発光しにくい金属の1種または複数種のハロゲン化物である。具体的な第2のハロゲン化物としては、Mg、Fe、Co、Cr、Zn、Ni、Mn、Al、Sb、Be、Re、Ga、Ti、ZrおよびHfからなる群から選択された少なくとも一種の金属のハロゲン化物である。そして、少なくともZnのハロゲン化物を含むような第2のハロゲン化物がより好適である。

## 【0090】

また、他の組み合わせ例を挙げると、透光性の発光管（気密容器）1と、発光管1内に設けられた一对の電極3と、発光管1に連結された一对の封止部2とを備えた無水銀メタルハライドランプにおける発光管1内に、発光物質であるScI<sub>3</sub>（ヨウ化スカンジウム）およびNaI（ヨウ化ナトリウム）と、水銀代替物質であるInI<sub>3</sub>（ヨウ化インジウム）およびTlI（ヨウ化タリウム）と、始動補助ガスとしての希ガス（例えば1.4 MPaのXeガス）が封入されているものである。この場合、第1のハロゲン化物は、ScI<sub>3</sub>（ヨウ化スカンジウム）、NaI（ヨウ化ナトリウム）となり、第2のハロゲン化物は、InI<sub>3</sub>（ヨウ化インジウム）、TlI（ヨウ化タリウム）となる。なお、第2のハロゲン化物は、比較的蒸気圧が高く、水銀の役割の代わりを担うものであればよいので、InI<sub>3</sub>（ヨウ化インジウム）等に代えて、例えば、Znのヨウ化物を用いても良い。

## 【0091】

以上、本発明を好適な実施形態により説明してきたが、こうした記述は限定事項ではなく、勿論、種々の改変が可能である。

## 【0092】

なお、本発明の実施形態のランプとはその構成は異なるものの、発光管を加熱する手段を利用した従来技術としては、特開2001-266797号公報に開示されたランプも挙げることができる。

#### 【0093】

同公報に開示されたランプは、始動時に発生するグロー放電を防止するために、点灯前にランプを加熱する工夫がなされた直流点灯式のランプである。このランプにおいては、点灯前にランプを加熱することを目的としており、点灯後には加熱を停止することが明記されている。加えて、このランプは、点灯中に発光管の温度をコントロールするものではない。実際、点灯後に電熱線を全く通電しないと、30MPa以上の点灯動作圧のランプは、電熱線を巻いた部分から側管部が折れてしまった。これは、電熱線が常時放熱線として作用し、その部分の応力のバランスが崩れ、亀裂が生じたためと思われる。つまり、点灯中ガラスは温度上昇にともない膨張しようとするが、外部から強制的に冷却してやると、それに反発する収縮しようという力が外表面から働く。このため、ガラスが破裂に至るものと推論される。特に30MPa以上の点灯動作圧では、発光管にかかる応力も大きく、この効果が顕著に現れたのであろう。

#### 【0094】

なお、特開平2-148561号公報に開示されたランプ（図1参照）は、同公報において、そのHg蒸気圧が200バールから350バール（約20MPa～約35MPaに相当）であることが示されているが、このランプを30MPa以上の動作圧で点灯すると、初期6時間の点灯中に数割以上の確率で破損することが本願発明者による検討から明らかになっている。実用レベルに要求される2000時間という点灯ではもっと多くのランプが破裂しまうことが予想され、図1に示した構成のランプにおいて、30MPa以上の動作圧を実用レベルで達成することは現実には困難である。

#### 【0095】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、点灯動作圧が20MPaを超える高圧水銀ランプ（例えば23MPa以上、特に25MPa又は30MPa以上）であっても、黒化の発生を

抑制して点灯させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

従来の高圧水銀ランプ1000の構成を示す模式図である。

【図2】

(a) および (b) は、高圧放電ランプ1100の構成を示す模式図である。

【図3】

高圧放電ランプ1200の構成を示す模式図である。

【図4】

高圧放電ランプ1300の構成を示す模式図である。

【図5】

(a) は、高圧放電ランプ1400の構成を示す模式図であり、(b) は、高圧放電ランプ1500の構成を示す模式図である。

【図6】

(a) は、高圧放電ランプ100の構成を示す模式図であり、(b) は、本発明の実施形態にかかる高圧放電ランプ200の構成を示す模式図である。

【図7】

本発明の実施形態にかかるランプ200を点灯システムの構成を示す模式図である。

【図8】

点灯動作圧が20MPaおよび40MPaのランプの分光スペクトルを示すグラフである。

【図9】

点灯中の発光管の温度分布を説明するためのランプの模式図である。

【図10】

ランプ100および200の温度測定結果を示すグラフである。

【図11】

ランプ100および200の点灯電力の経時変化を示すグラフである。

【図12】

ランプ100および200の点灯電流の経時変化を示すグラフである。

【図13】

本発明の実施形態にかかるランプ200の改変例である。

【図14】

本発明の実施形態にかかるランプ200の改変例である。

【図15】

ランプ200をミラーに組み込んだランプユニットの構成を示す模式図である

【図16】

ランプ200をミラーに組み込んだランプユニットの構成を示す模式図である

【図17】

ランプ200の温度測定手段を持つ点灯システムの構成を示す模式図である。

【図18】

ランプ200の始動補助機能を持つ点灯システムの構成を示す模式図である。

【符号の説明】

- 1 発光管
- 2 封止部（側管部）
- 3 電極（電極棒）
- 4 金属箔
- 5 外部リード線
- 6 発光種（水銀）
- 7 第2のガラス部
- 8 第1のガラス部
- 10 電熱線
- 11 電熱線端部
- 12 コイル（電極先端）
- 20 圧縮応力が印加されている部位（残存歪み部ないし歪み境界部）
- 22 電源ユニット

30 金属層（金属メッキ）

32 点灯回路（バラスト）

40 コイル

42 熱電対

50 スイッチ

51、52 スイッチ端子

60、61 導線

100、200 高圧水銀ランプ

500 ミラー

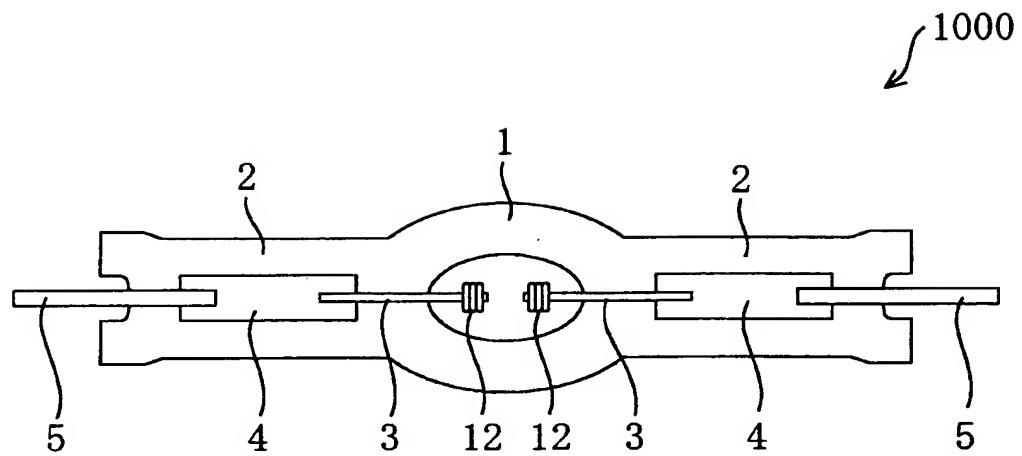
510 前面ガラス

1000 高圧水銀ランプ

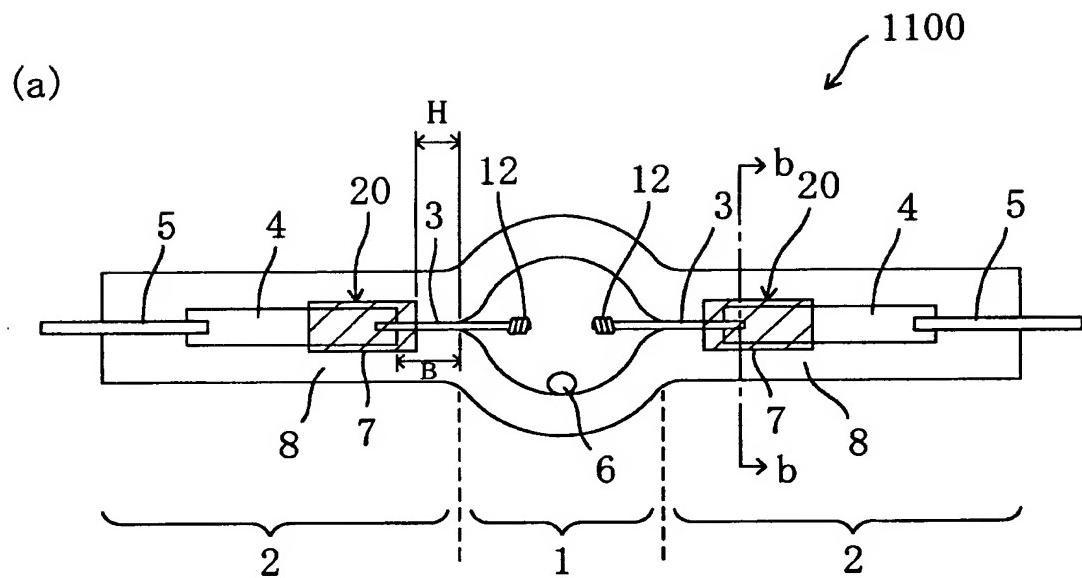
1100、1200、1300、1400、1500 高圧水銀ランプ

【書類名】 図面

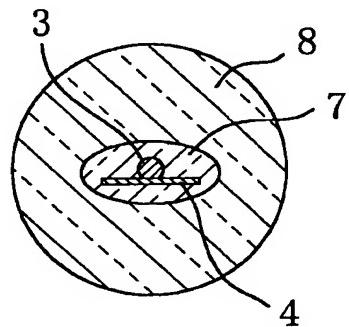
【図1】



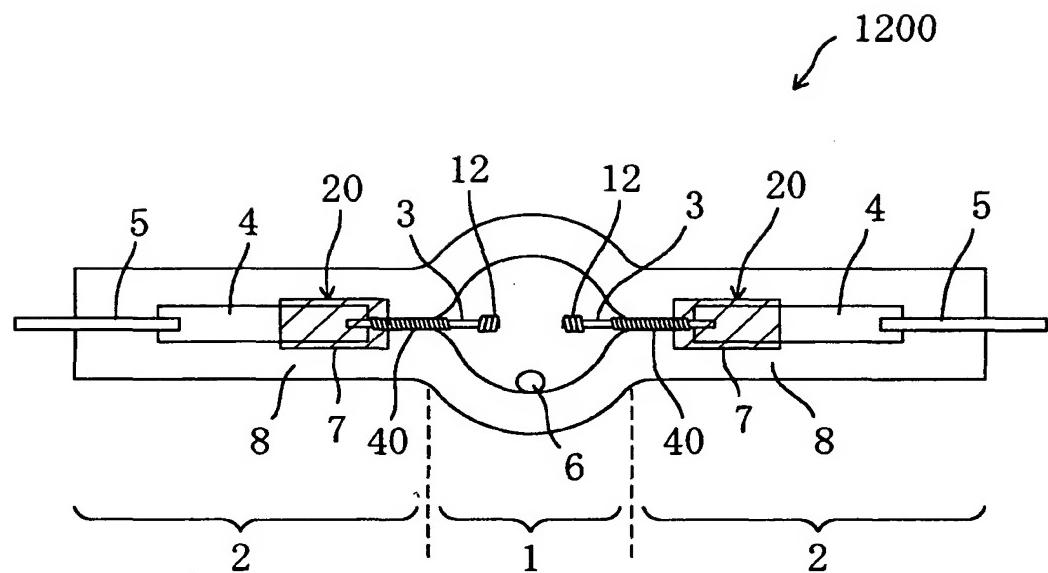
【図2】



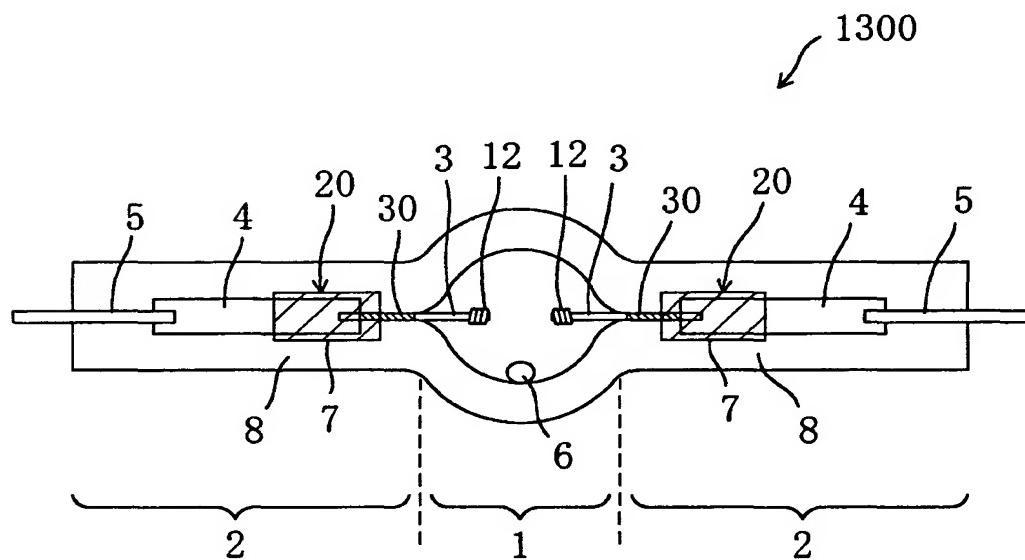
(b)



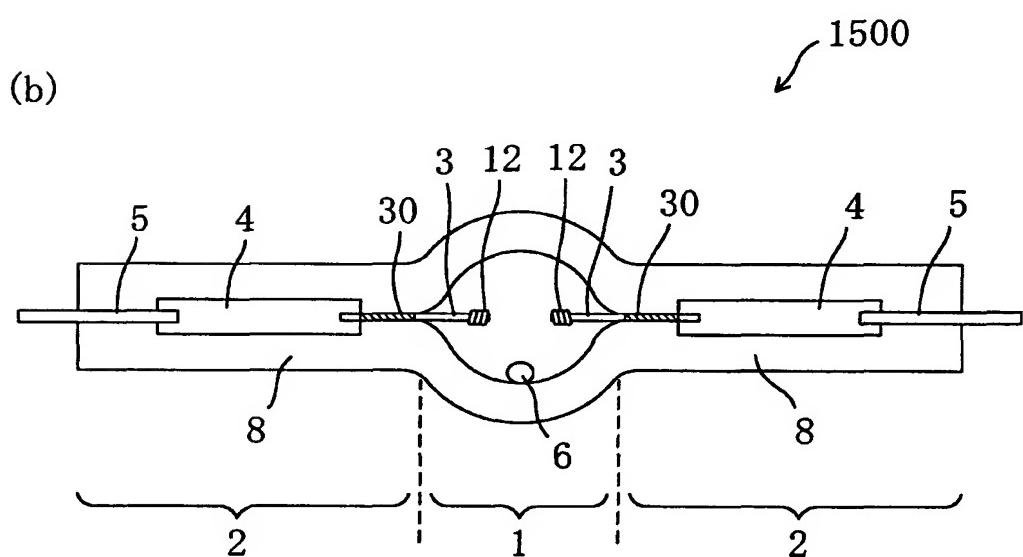
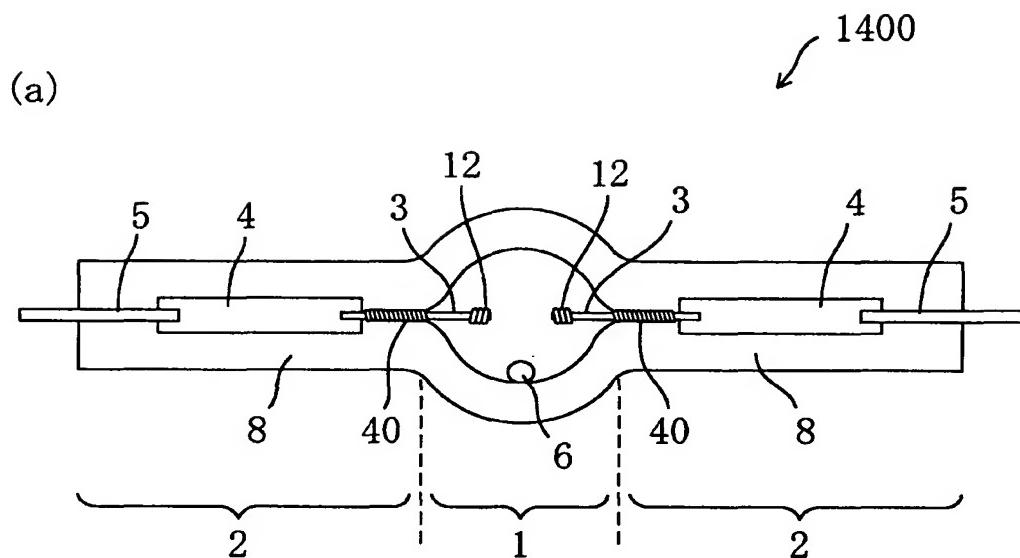
【図3】



【図4】

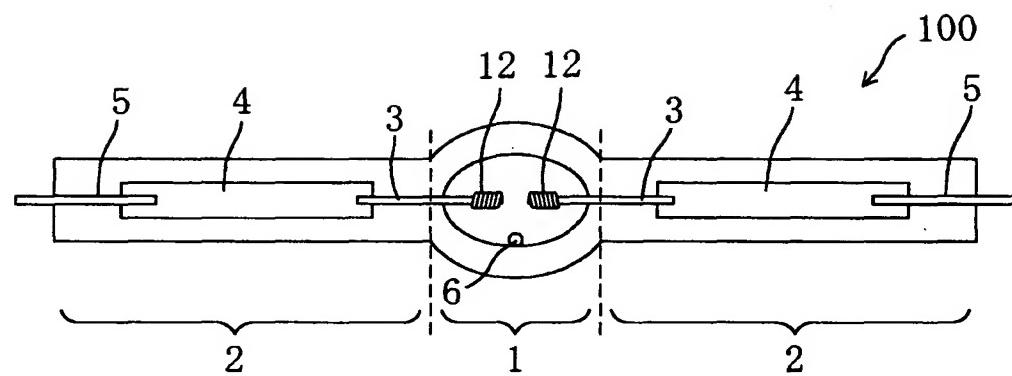


【図5】

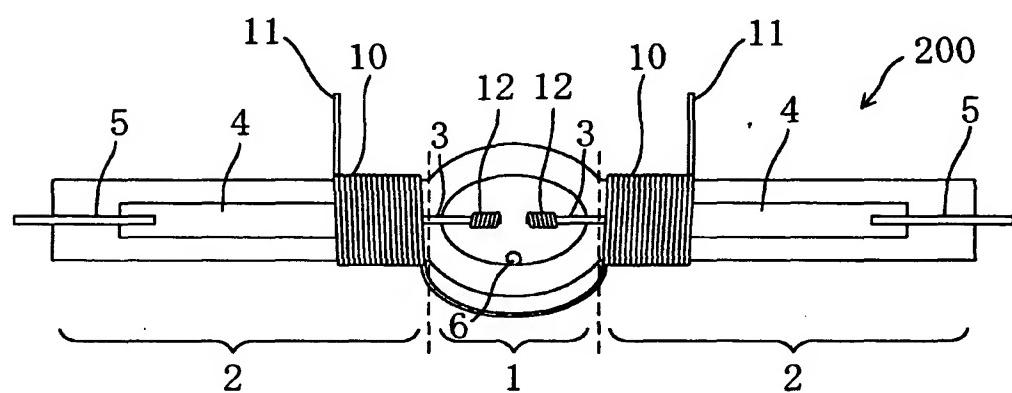


【図6】

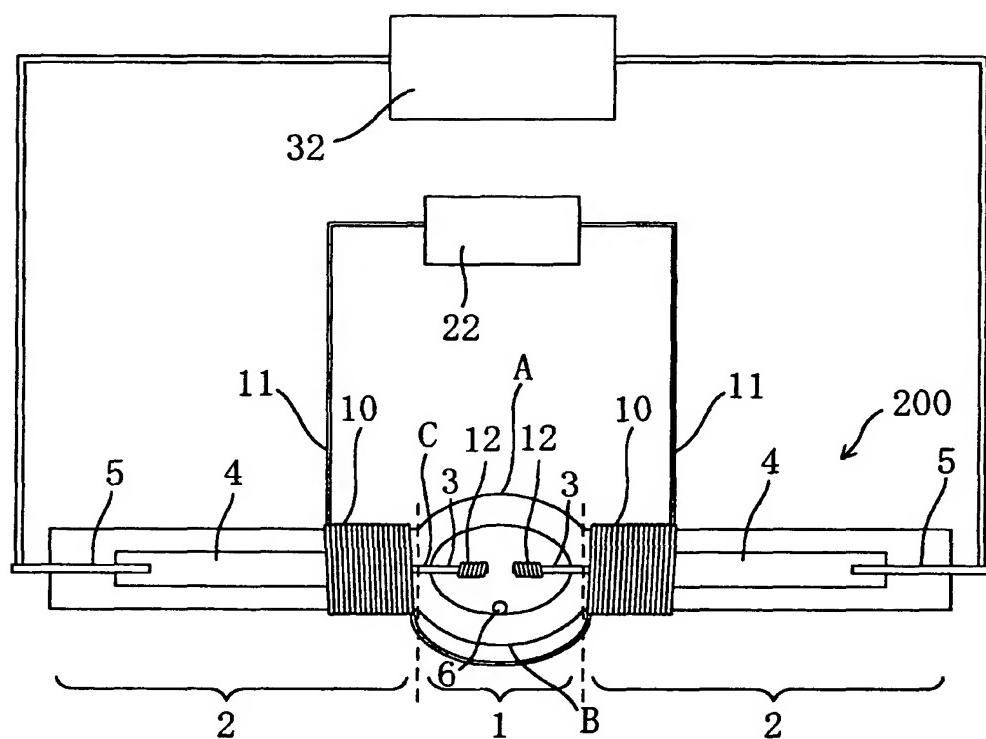
(a)



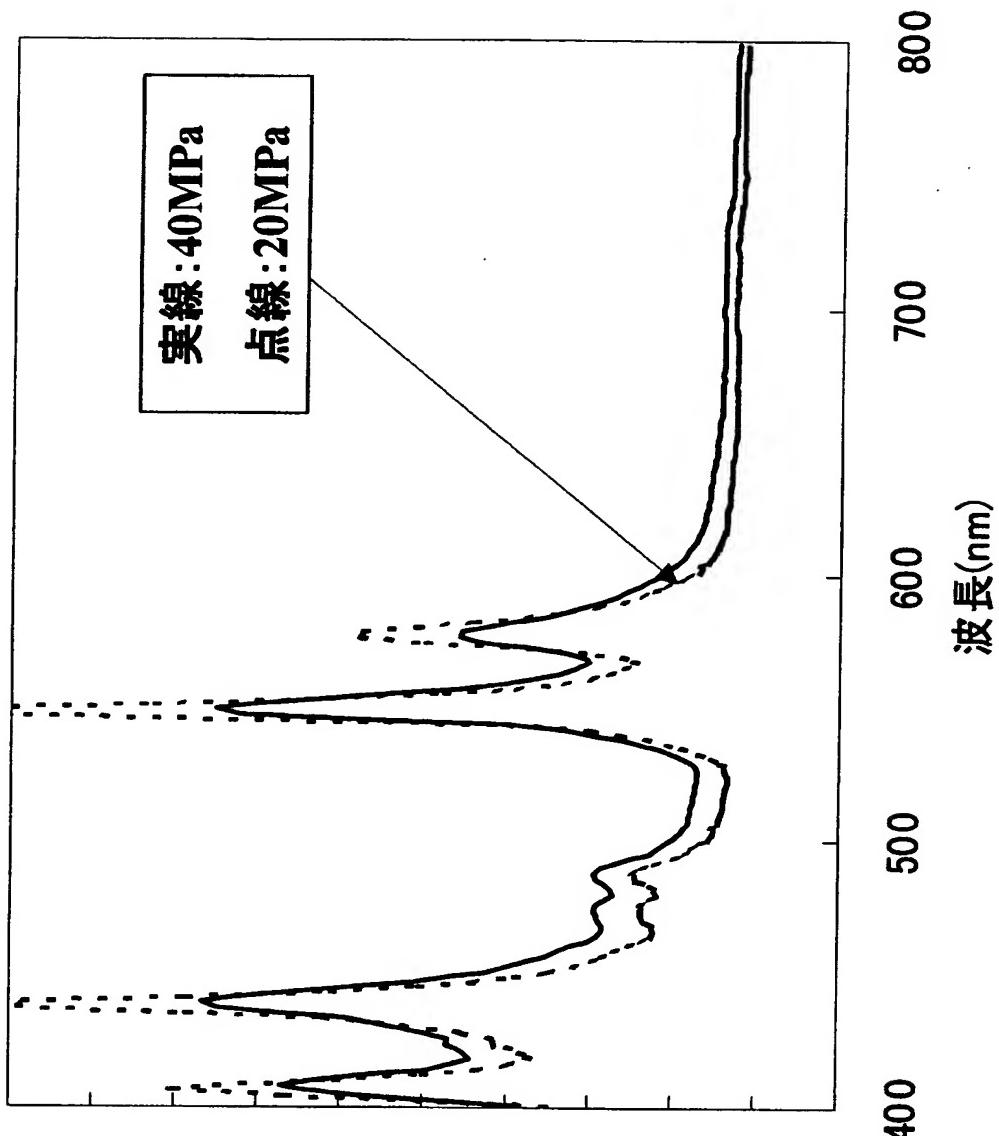
(b)



【図7】

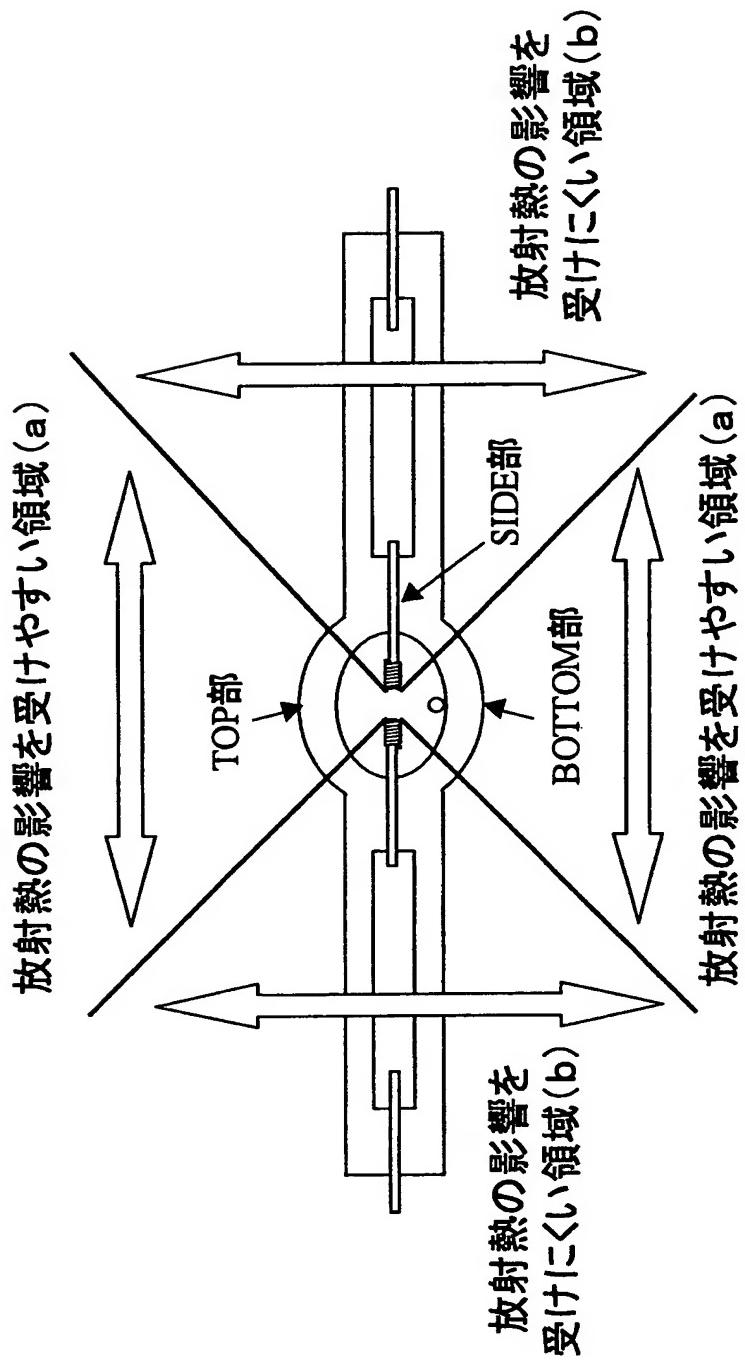


【図8】

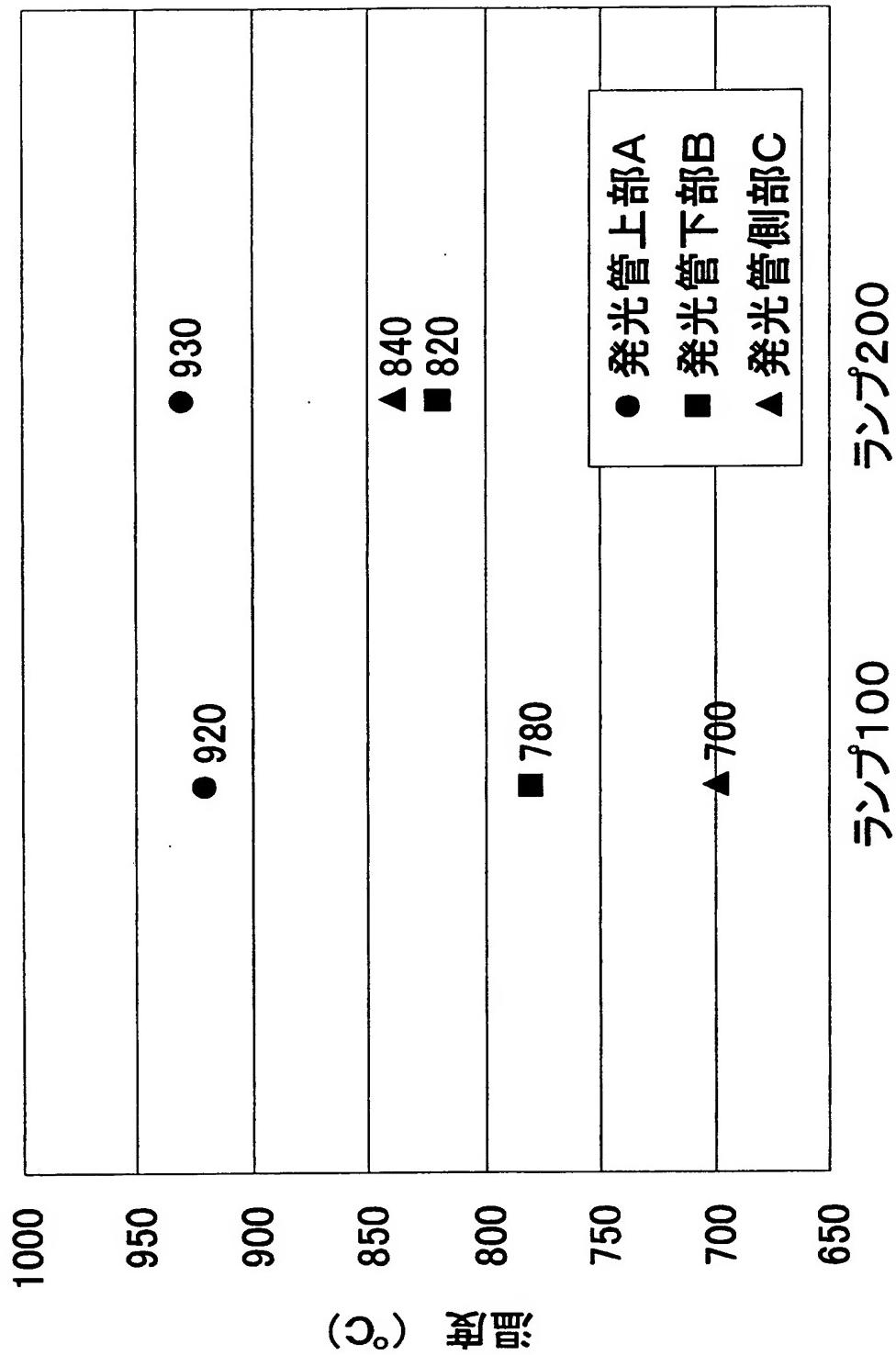


光出力(相対値)

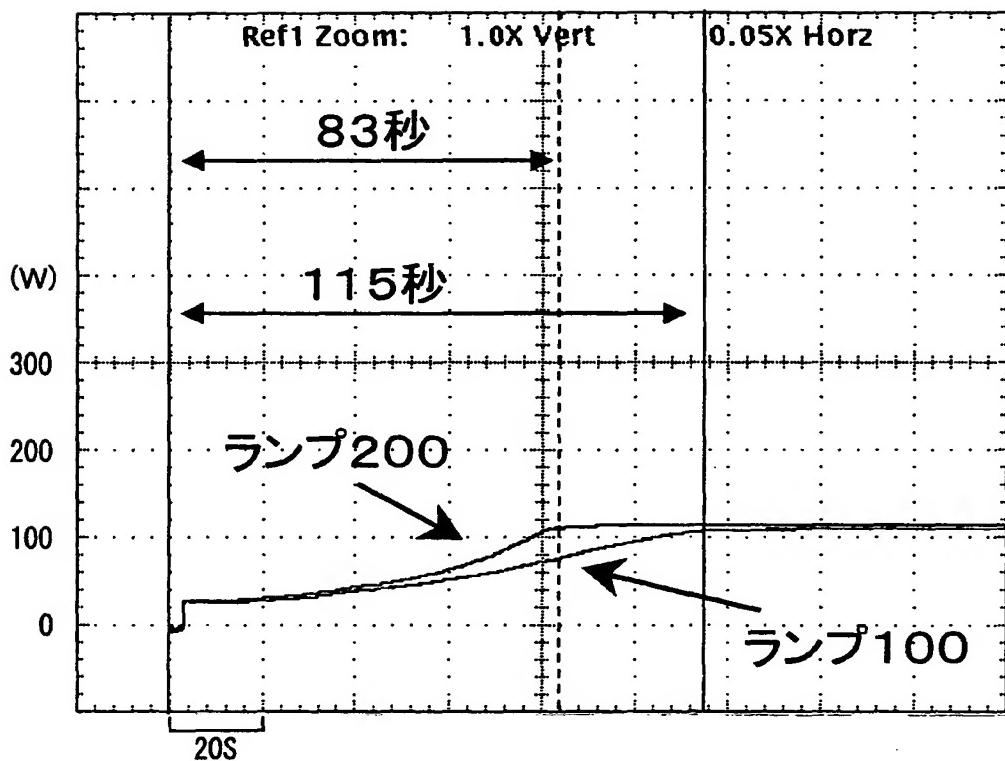
【図9】



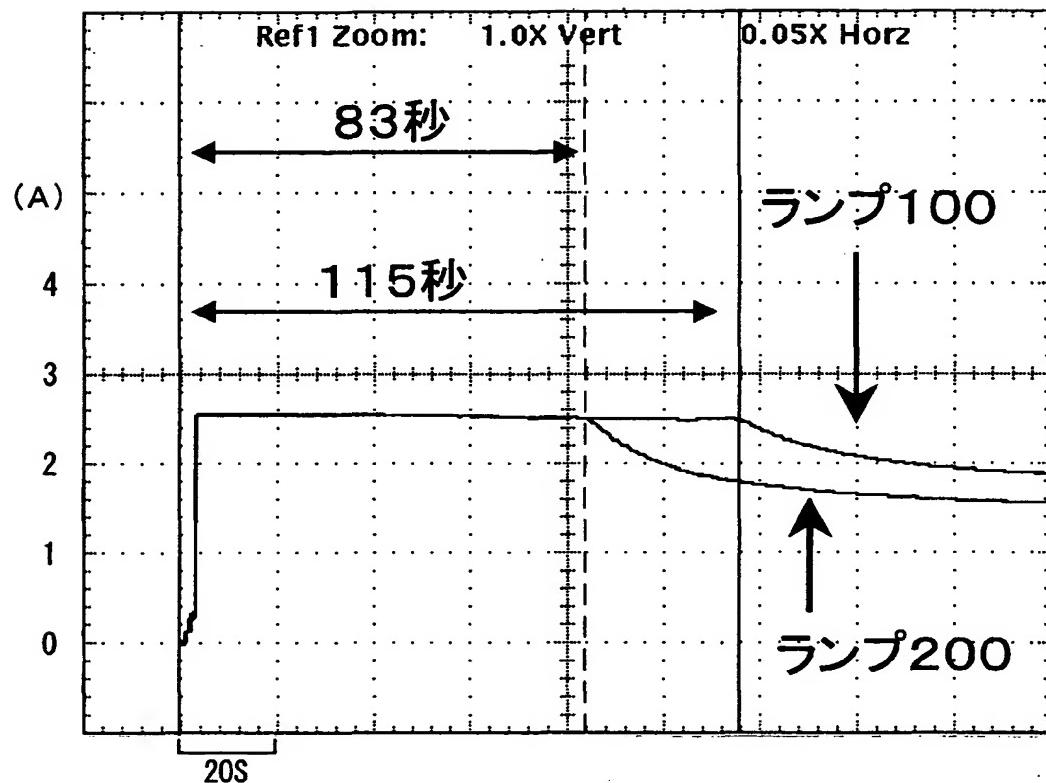
【図10】



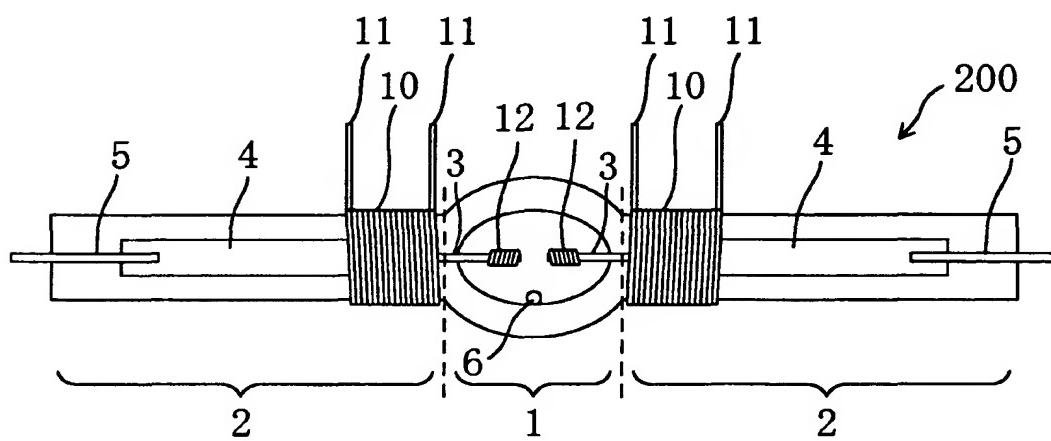
【図11】



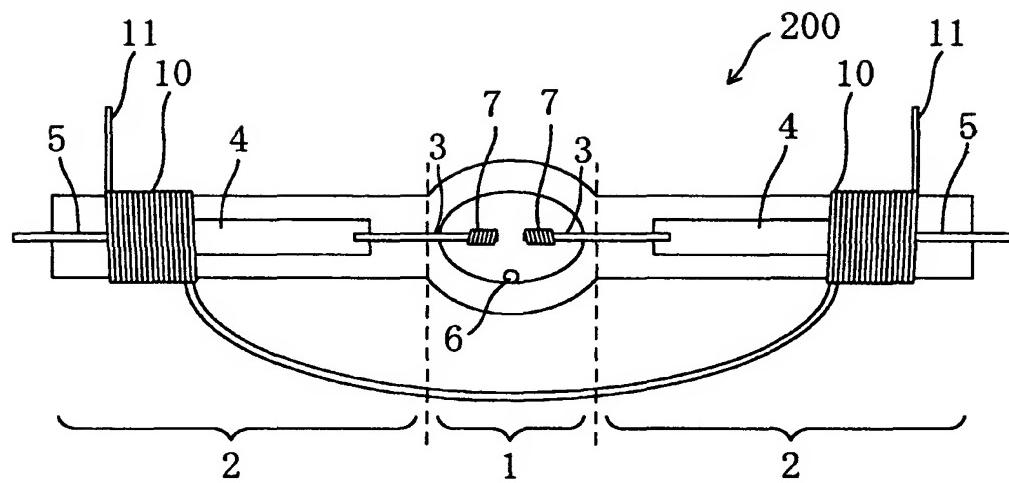
【図12】



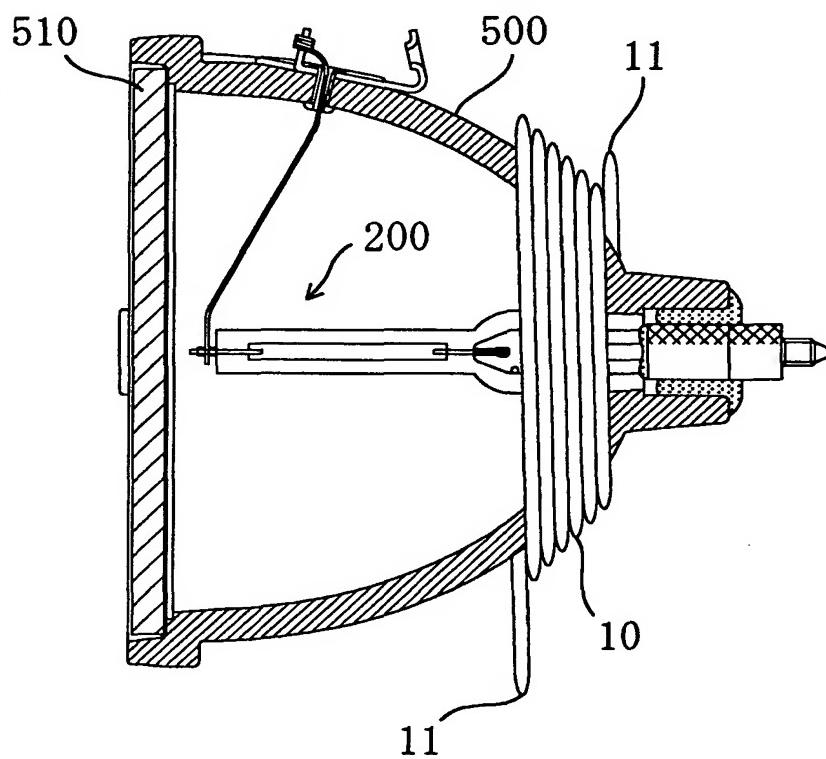
【図13】



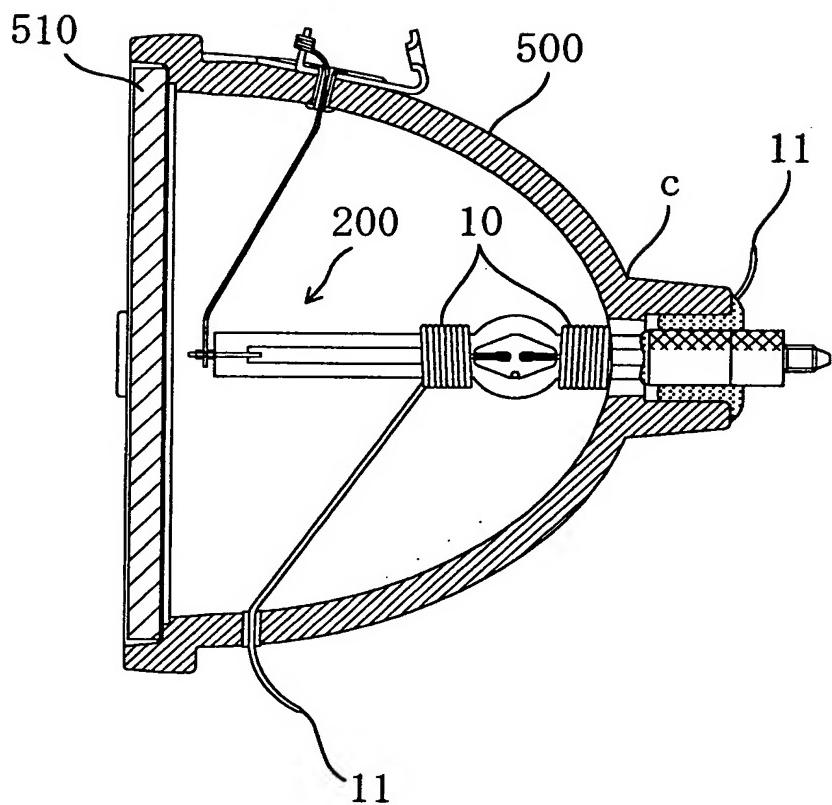
【図14】



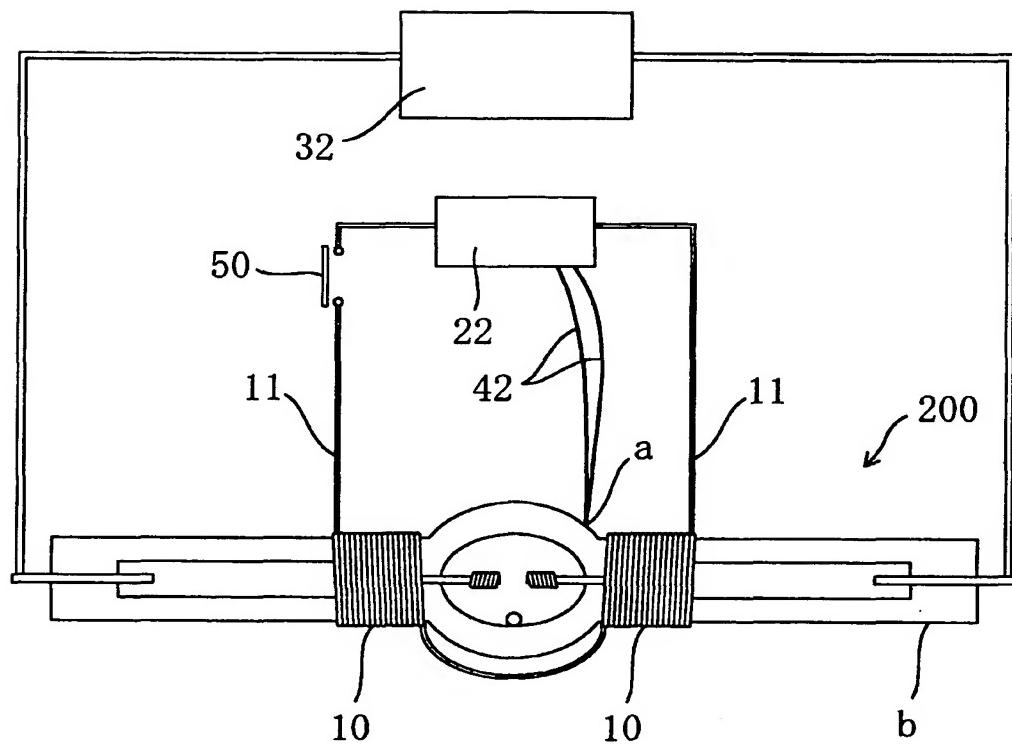
【図15】



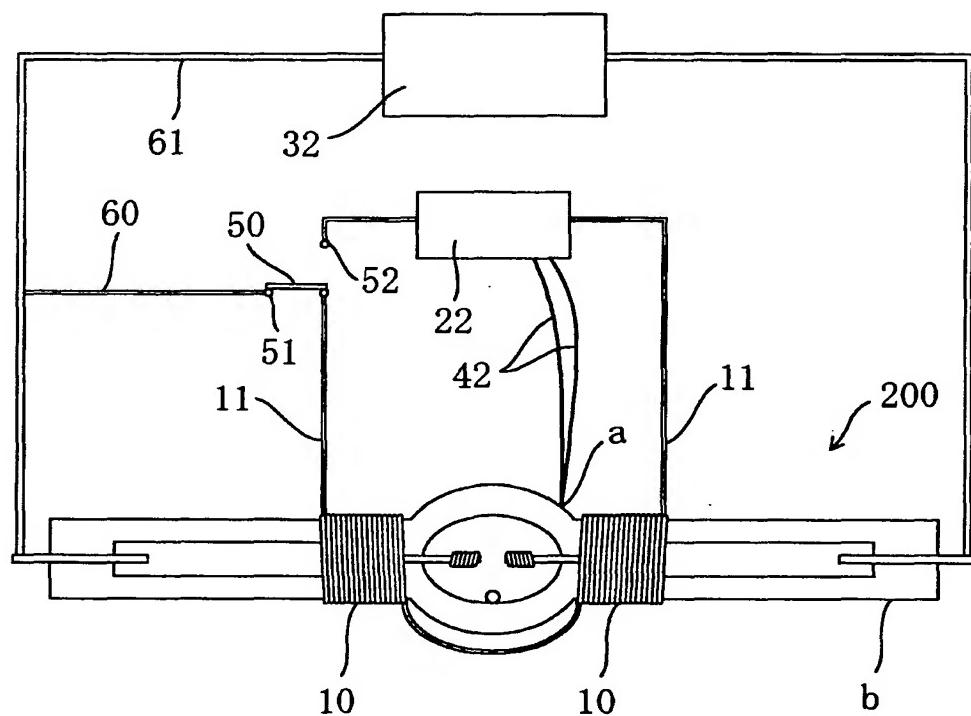
【図16】



【図17】



【図18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 点灯動作圧が極めて高い高圧水銀ランプの黒化の発生を抑制すること

【解決手段】 管内に少なくとも水銀6が封入された発光管1と、発光管1の気密性を保持する封止部2を一対備え、水銀6の封入量は、発光管1の容積を基準にして、 $230\text{ mg/cm}^3$ 以上であり、発光管1および一対の封止部2のうちの少なくとも一部には、発光管1を加熱する加熱手段10が設けられている、高圧水銀ランプである。

【選択図】 図6

出願人履歴情報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地  
氏 名 松下電器産業株式会社